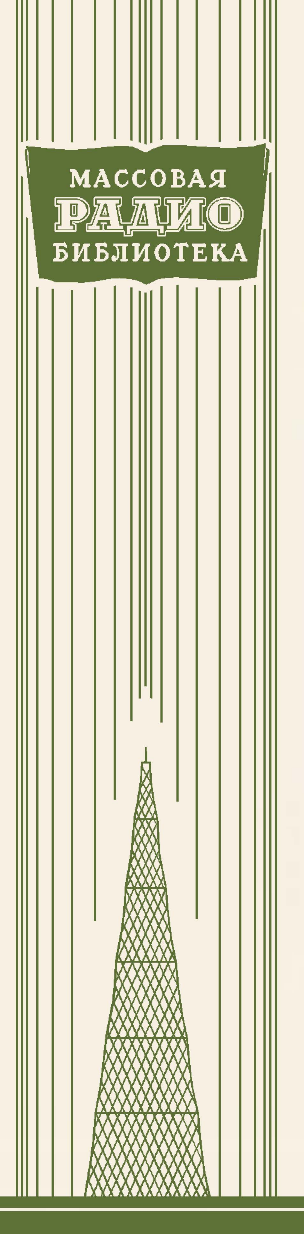
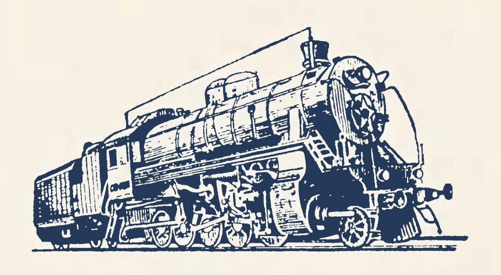


В. С. НЕЛЕПЕЦ

РАДИОТЕХНИКА НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ





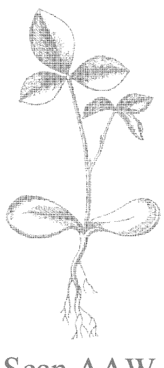
ГОСЭНЕРГОИЗДАТ
1954

МАССОВАЯ РАДИОБИБЛИОТЕКА

Выпуск 196

В. С. НЕЛЕПЕЦ

РАДИОТЕХНИКА НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ







ГОСУДАРСТВЕННОЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО

МОСКВА 1954 ЛЕНИНГРАД

В брошюре описано применение радиотехнических устройств и радиометодов на железнодорожном транспорте. Она рассчитана на широкий круг читателей, знакомых с радиотехникой.

Редактор *А. Х. Якобсон* Технич. редактор *А. М. Фридкин*

Сдано в набор 20/X 1953 г. Подписано к печати 30/I 1954 г.
Бумага 84 × 108[1]/32 2,25 п. л. 44 000 тип. зн. в 1 п. л. Уч.-изд. л. 2,5
Т-01651 Тираж 8 000 экз. Цена 1 р. Заказ № 368.

Типография Госэнергоиздата. Москва, Шлюзовая наб., 10.

ВВЕДЕНИЕ

Возможность осуществления беспроволочной связи с удаленными движущимися объектами была открыта нашим выдающимся соотечественником изобретателем радио Александром Степановичем Поповым. Его работы по применению этого нового вида связи в морском флоте показали ее огромную практическую ценность.

А. С. Попов явился также инициатором применения радиосвязи на железнодорожном транспорте. 17 сентября 1897 г. на съезде начальников телеграфов и железнодорожных электротехников, происходившем в Одессе, он выступил с докладом и продемонстрировал опыты по передаче сигналов на расстояние.

Вот как описывает это выступление одна из газет того времени: «После слов г. председателя г. Попов, преподаватель электротехники в офицерской минной школе в Кронштадте, приступил к своему докладу, который сопровождал опытами. Последние вызвали большое оживление и каждый из собравшихся следил с напряженным вниманием за удачными опытами, произведенными почтенным докладчиком» [1].

Первые опыты в СССР по установлению радиосвязи с движущимся поездом относятся к двадцатым годам. Государственный экспериментальный электротехнический институт (Москва) по заданию Отдела связи и электротехники НКПС провел в 1924 и 1925 гг. ряд опытов по связи с движущимся поездом на участке Москва — Серпухов Московско-Курской железной дороги.

В 1928 г. радиостанцией ЛОСПС (Ленинград) был организован выезд с коротковолновой радиостанцией в поезде на

---

[1] Газета „Новороссийский телеграф", № 7249 от 18 сентября 1897 г. (архив музея А. С. Попова в Ленинграде).

участке Ленинград — Москва. В 1933 г. Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта (Москва) ставил опыты на станции Нижнеднепровск-Узел и на участке Москва — Малый Ярославец. Эти работы, прерванные Отечественной войной, были возобновлены в 1945 г.

В настоящее время радиотехнические устройства и радиометоды широко используются на нашем железнодорожном транспорте. По оснащению радиосредствами железные дороги нашей страны занимают первое место в мире. У нас широко применяется радиофикация сортировочных горок, станций, вокзалов, поездов и других объектов железнодорожного транспорта. Все в бо́льших масштабах внедряются маневровая радиосвязь (между маневровым диспетчером и машинистами маневровых паровозов) и поездная радиосвязь (между поездным диспетчером или дежурным по станции и машинистом паровоза, находящегося на перегоне между станциями).

На железнодорожном транспорте используются усилители низкой частоты различных назначений, мощные радиостанции для магистральной связи, малые и большие радиостанции, работающие в диапазоне ультракоротких волн, устройства радиопроводной связи, паровозные радиостанции для связи на средних волнах и многие другие радиоустройства.

Большое значение имеет применение средств радиосвязи для повышения безопасности движения поездов. Внедрение надежной радиосвязи с машинистами поездов вместе с применением автостопов, устройств автоблокировки и диспетчерской контрольной сигнализации в состоянии обеспечить полную безопасность движения, а также наиболее полное использование подвижного состава и пропускной способности дорог.

Вопросам расширения использования радиосредств на транспорте уделяется большое внимание, в частности внедрению радиосвязи как местной маневровой, так и поездной. В настоящее время более 500 железнодорожных станций оборудовано маневровой радиосвязью.

Применение радиотехники на железнодорожном транспорте, кроме повышения безопасности движения и улучшения оперативной работы, дает целый ряд других выгод и преимуществ. Так, например, можно указать, что введение поездной радиосвязи приводит к ускорению на 20% проследования товарных поездов, а внедрение внутристанционной радиосвязи дает повышение производительности работы

маневровых паровозов в среднем на 15% и сокращение простоя вагонов на 3%, а также ускорение обработки составов на сортировочных горках на 15—20%. Если учесть, что именно на станциях вагоны находятся до 50% времени своего оборота, то можно заключить, что отмеченные выше выгоды применения радиотехники, высвобождая скрытые резервы, приносят значительный экономический эффект.

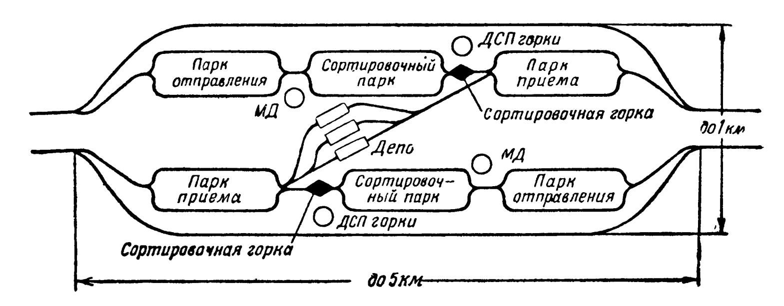
Непрерывное движение отечественной науки и техники вперед позволяет предположить, что в ближайшем будущем применение радиотехники на железнодорожном транспорте будет значительно расширено. Этому способствует труд многих тысяч рационализаторов и изобретателей в области связи, вносящих свой вклад в дело дальнейшего внедрения радио на железнодорожном транспорте.

ГРОМКОГОВОРЯЩАЯ СВЯЗЬ

РАДИО НА СОРТИРОВОЧНЫХ ГОРКАХ

Переработка железнодорожных составов производится на сортировочных станциях.

Сортировочная станция занимает площадь в несколько квадратных километров и имеет сложное хозяйство, куда



Фиг. 1. Схематический план сортировочной станции.
МД — маневровый диспетчер, *ДСП горки* — дежурный по сортировочной горке.

входят парки приема, отправления и сортировочные. Каждый из них образуется из большого числа путей, по которым перемещается подвижной состав.

Схематический план сортировочной станции показан на фиг. 1. Эти станции обычно имеют сортировочные горки, представляющие собой участок пути с определенным профи-

лем, содержащий пологий уклон в сторону сортировочного парка. Сортируемые вагоны подаются (выталкиваются) горочным паровозом на горку, откуда они под действием собственной тяжести спускаются в сортировочный парк. В результате сортировки на соответствующих подгорочных путях комплектуются группы вагонов, согласно их назначению; отсюда они отдельным паровозом вывозятся в парк формирования или отправления, если формирование составов производится в подгорочном парке.

При роспуске составов большое влияние на скорость движения вагонов, спущенных с горки, оказывают вес вагона с грузом, количество вагонов в спускаемой одновременно группе, а также условия погоды (ветер, температура), состояние смазки и другие факторы. Для регулировки скорости движения спускаемых вагонов на горке применяются тормозные приспособления — замедлители, а для остановки вагонов на нужных местах путей подгорочного парка используются тормозные башмаки.

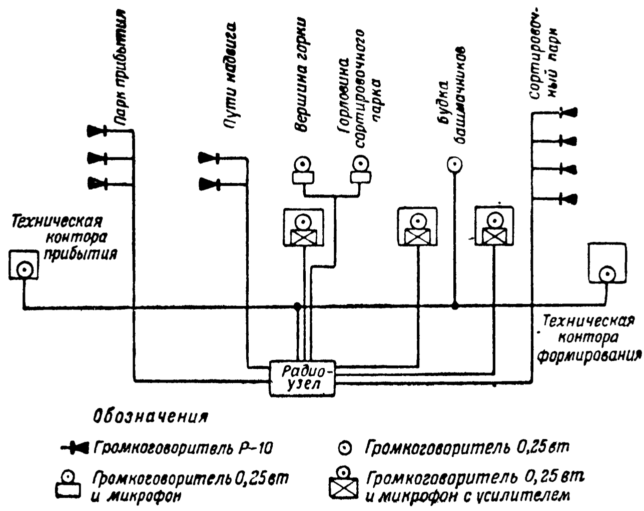
В технологическом процессе формирования поездов участвует большой коллектив работников. Непосредственно работой сортировочной горки руководит дежурный по горке. На горбе (вершине) горки расположен верхний распорядительный пост, где, кроме дежурного, помещается оператор. В начале сортировочного парка расположены два исполнительных (нижних) поста. На этих постах находятся операторы и управление горочными механизмами, расположенными в подгорочном парке и равномерно распределенными в соответствии с числом исполнительных постов. Дежурный по горке и операторы должны иметь связь (двустороннюю или одностороннюю) со всеми работниками, участвующими в работе горки: с машинистами горочных паровозов, составителями поездов подгорочного парка, башмачниками, сцепщиками, стрелочниками.

Для оперативного руководства работами на горке используется главным образом громкоговорящая связь, а также телефонная и радиосвязь. Дежурный по горке, находясь в помещении верхнего распорядительного поста или вне его у горба горки, дает распоряжения, которые должны быть слышны в парке прибытия, на путях подачи вагонов (надвига) на горке, в горловине сортировочного парка и на его путях.

Кроме распоряжений по громкоговорящей сети передается информация о характере спускаемых с горки отцепов, в соответствии с чем производится нужное торможение, да-

ются указания о направлении их на соответствующий путь и т. п.

Схема устройства громкоговорящей связи показана на фиг. 2. Между путями парков прибытия и сортировочного и на горбе горки установлены рупорные десятиваттные громкоговорители типа Р-10, размещаемые из расчета 5 000—6 000 $м^2$ площади на 1 громкоговоритель при высоте их



Фиг. 2. Схема устройства громкоговорящей связи на сортировочной горке.

установки 6 *м*. В отдельных случаях в зависимости от местных условий плотность расположения громкоговорителей несколько увеличивают.

На междупутьях установлены радиоколонки, представляющие собой небольшие будки, в которых имеются громкоговорители мощностью 0,25 *вт* (так же как и в помещениях постов) и микрофоны. Работники, находящиеся на путях, пользуются радиоколонками для ведения служебных переговоров.

Верхний (распорядительный) и нижние (исполнительные) посты имеют микрофоны и микрофонные усилители (например, типа МУ-1 или другие). Установка микрофонных усилителей непосредственно на постах производится из тех соображений, что на жилы кабеля, соединяющие эти усилители с радиоузлом, при значительной протяженности кабеля легко могут переходить всякого рода помехи от близлежа-

щих кабелей, работающих в схемах компрессорных электродвигателей, централизации, сигнализации и т. п. Чтобы повысить отношение уровней передача/помеха, напряжение в кабель от микрофона подается уже усиленным.

Оператор верхнего поста нажатием ножной педали замыкает цепь реле. Последнее замыкает свои контакты, и цепи микрофонного и предварительного усилителей соединяются между собой. При этом рупорные громкоговорители оказываются подключенными к выходу мощного усилителя, а громкоговорители постов и радиоколонок — к выходу предварительного усилителя.

Существует несколько вариантов схем включения и пользования операторами громкоговорящей связью. Так, например, при использовании одной из ранних систем нажатием педали включения микрофона оператора верхнего поста исключается возможность присоединения цепей микрофонов нижних постов ко входу предварительного усилителя. Если же оператор верхнего поста не пользуется связью, то операторы нижних постов могут нажатием своих педалей включить свои микрофоны и вести передачу. Однако за оператором верхнего поста эта схема сохраняет то преимущество, что он может нажатием своей педали прервать разговор операторов нижних постов и включить в сеть свой микрофон.

Практика показала, что по условиям эксплуатации нецелесообразно лишать оператора нижнего поста возможности включения в громкоговорящую сеть, поскольку окончательное торможение вагонов и приготовление маршрута осуществляются с нижнего поста. Поэтому сейчас многие горки оборудованы громкоговорящей связью, действующей по несколько иному принципу. Схема этой связи предусматривает возможность включения нижних постов вне зависимости от работы верхнего поста. В этой схеме микрофонными усилителями нижних постов обеспечивается большее усиление передачи по сравнению с усилением, даваемым микрофонным усилителем верхнего поста. Этим путем создается возможность выделить передачу (голос) оператора нижнего поста на общем фоне передачи с верхнего поста.

Схемы громкоговорящей связи обеспечивают возможность разговора между постами, а также между работниками парка (башмачниками, составителями) через радиоколонки. В этом случае передача усиливается лишь предварительным усилителем.

Дежурный по горке и оператор верхнего поста имеют возможность направлять свою передачу лишь определенной

группе работников. С этой целью сеть громкоговорителей имеет несколько самостоятельных линий (например, линия сортировочного парка, линия путей надвига и др.).

В процессе работы дежурный по горке и оператор используют громкоговорители лишь для руководства работниками парков; распоряжения же машинистам паровозов они передают, пользуясь радиосвязью.

Как указывалось, тракт громкоговорящей связи, кроме микрофонных усилителей, содержит еще два усилителя: предварительный и мощный. Эти два усилителя, коммутационная и измерительная аппаратура, а также источники питания (выпрямители) сосредоточены на радиоузле.

Применение громкоговорящей связи на сортировочных горках способствует более быстрому роспуску составов и, следовательно, повышает производительность горки. Кроме того, радиофикация повышает безопасность работы и снижает стоимость горочных работ.

РАДИО НА СТАНЦИЯХ, ВОКЗАЛАХ И В ПОЕЗДАХ

Для обеспечения пассажиров, находящихся на вокзале или станции, железнодорожной информацией и другими необходимыми сведениями и для расширения культурного обслуживания применяется радиофикация вокзалов и станций. С этой целью устанавливаются громкоговорители в местах пребывания пассажиров (в билетных залах, буфетах, в залах ожидания, на перронах и т. д.). При размещении громкоговорителей исходят из нормы: один громкоговоритель мощностью 0,5 *вт* на 25 *м*² озвучиваемой площади.

К устройствам пассажирской радиоинформации в отношении качества предъявляются сравнительно высокие требования, вытекающие из необходимости качественного воспроизведения граммзаписи и радиовещательных передач. В определении необходимого уровня громкости передачи учитывается высокий средний уровень естественных шумов, присущих вокзальным помещениям, составляющий около 50—70 *дб*. Этот уровень шумов должен быть перекрыт полезным сигналом с превышением примерно в 10 *дб*.

В последнее время благодаря радиофикации значительно облегчилась и улучшилась работа справочных бюро вокзалов. Пассажир, находясь на вокзале и желая получить справку, входит в справочную кабину и запрашивает через микрофон справочное бюро. Дежурный вокзального справочного бюро слышит запрос в своем громкоговорителе и через

свой микрофон и усилитель сообщает ответ запросившему его пассажиру. Если заданный вопрос может интересовать многих пассажиров, то дежурный сообщает свой ответ не в кабину, а через наружный громкоговоритель, установленный над кабиной.

Фиг. 3. Размещение оборудования поездного радиопункта в купе вагона.

1 — приемно-усилительное устройство; *2* — силовой щиток; *3* — реостат; *4* — тумбочка для граммофонных пластинок.

Во всех пассажирских поездах дальнего следования введено обслуживание пассажиров радиопередачами. В содержание последних входят служебная информация, относящаяся к движению поезда, трансляция передач радиовещательных станций, а также передача записи с граммофонных пластинок. В одном из вагонов, расположенных в середине состава, находится отдельное купе, в котором размещены студия и аппаратная (поездной радиопункт). В цельнометаллических вагонах радиопункты размещаются в двухместном купе; в купированных и открытых вагонах дальнего следования (длиной 20 *м*) — в обычных четырехместных. Все вагоны состава оборудуются проводкой и громкоговорителями, а также межвагонными соединителями (пара из штепселя и гнезда).

В «радиокупе» (фиг. 3) размещены приемно-усилительная аппаратура, силовой щиток и реостат, там же находится тумбочка для граммофонных пластинок.

Усилитель установлен на резиновых амортизаторах на столе. Силовой щиток и реостат обычно размещаются на

стене. На крыше вдоль вагона на кронштейнах укреплена однолучевая приемная антенна с экранированным вводом. Там же на крыше установлены два громкоговорителя типа Р-10, предназначенные для обслуживания пассажиров на остановках.

Питание установки поездного радиовещания обычно осуществляется с помощью одноякорного преобразователя типа АПН-10 (альтернатор переменного напряжения), который питается от подвагонной аккумуляторной батареи напряжением в 46—50 *в* и преобразует постоянный ток в переменный напряжением около 120 *в*. В последнее время для питания аппаратуры поездного радиопункта начал применяться преобразователь типа РП-0,3. В нем при помощи специального регулятора частота переменного тока (50 *гц*) поддерживается постоянной. Для обеспечения бесперебойности в работе устанавливаются два преобразователя: один рабочий, другой резервный. Силовой щиток имеет вольтметры постоянного и переменного тока, переключатели и предохранители.

В каждом вагоне открытого и купированного типа на стенке коридора установлены динамические громкоговорители типа ДАГ или ГД с регуляторами громкости. В купе мягких цельнометаллических вагонов громкоговорители со ступенчатым регулятором громкости вделаны в настольную лампу.

Радиоприем в вагоне затрудняется вследствие высокого уровня помех. Эти помехи по своему происхождению могут быть разбиты на следующие группы: 1) помехи от генератора вагонной электростанции; 2) помехи от несовершенных контактов между частями вагонов, а также от межвагонных соединений однопроводной электропроводки (второй провод — корпус вагонов и рельсы) освещения поезда; 3) помехи от электризации бандажей колес тормозными колодками при торможении; 4) помехи, возникающие за счет электризации антенны при движении поезда гарью и твердыми примесями в топливе. Помехи от генератора удается значительно ослабить путем применения специальных фильтров.

Механик, обслуживающий поездной радиоузел, используя радиоприемник и комплект пластинок, может чередовать радиовещательные передачи и воспроизведение граммзаписи. При попадании в зоны гроз или плохих условий приема он принужден ограничиваться передачей записи с пластинок.

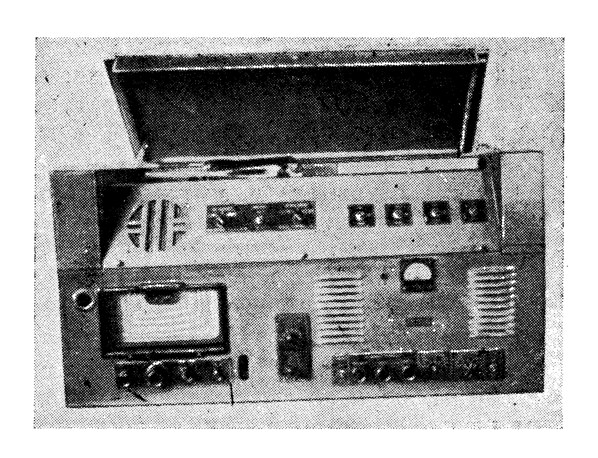
В поездах местного сообщения также нашло применение обслуживание пассажиров радиопередачами. Например, на

электрифицированной пригородной линии Московско-Рязанской железной дороги производится повагонное объявление остановочных пунктов по трансляционной сети.

АППАРАТУРА ДЛЯ ГРОМКОГОВОРЯЩЕЙ СВЯЗИ

На железнодорожном транспорте в основном используется типовая аппаратура, предназначенная для обычной радиофикации населенных пунктов и выпускаемая в широком ассортименте нашей промышленностью.

Горочные, вокзальные, станционные и другие радиоузлы оборудованы типовыми радиоустройствами (в зависимости



Фиг. 4. Усилительная установка типа КТУ-50с.

от года постройки узла). К типовым устройствам этого рода относятся: ТУПТ-2, ТУ-500-2, ТУ-500-3, МРТУ-100, УК-300М, ВУО-500-3. Более современным является мощный оконечный усилитель типа ВУО-500-4. Некоторая часть из перечисленной аппаратуры устарела и сейчас заменяется новой. В качестве предварительных усилителей находят применение трехкаскадные усилители УВ-3 (на лампах 6Ж7 и 6Ф6С) и др.

В поездах широкое применение нашла комбинированная трансляционная установка мощностью 50 *вт* типа КТУ-50с (фиг. 4).

В комплект такой установки входят: радиоприемник первого класса типа ПТС-47с; усилитель У-50, У-50М или

УК-50М, проигрыватель (электродвигатель и звукосниматель), контрольный громкоговоритель; выходной распределительный щиток с комплектом линейной защиты; сетевой автотрансформатор.

Некоторые поездные радиопункты оборудованы аналогичными установками типа МГСРТУ-50. Кроме того, можно встретить аппаратуру типа УК-50.

РАДИОСВЯЗЬ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

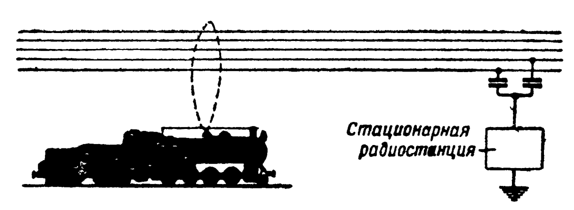
Радиосвязь с паровозами может быть осуществлена несколькими способами. Радиосвязь с паровозами в пределах железнодорожного узла следует отнести к непосредственной радиосвязи, понимая под этим использование энергии электромагнитных волн, распространяющихся в пространстве между антеннами радиостанций. Такая радиосвязь по дальности действия ограничивается мощностью передающих радиостанций и весьма низким к. п. д. паровозных антенн (для применяемого диапазона частот к. п. д. бывает порядка 1,5%). Для установления непосредственной радиосвязи между стационарным пунктом и находящимися на значительном удалении паровозом потребовались бы передающие устройства большей мощности, особенно, если учесть, что действующая высота паровозных антенн из-за ограничения габарита весьма мала и практически не превышает 1,5—2 *м*.

Установлено, что электромагнитная энергия распространяется со сравнительно малым затуханием вдоль проводных линий электропередач, линий связи и т. п. Благодаря тому, что вдоль железнодорожного полотна, как правило, проходят проводные линии связи, оказалось возможным осуществить связь с паровозами на довольно больших расстояниях, применяя для этого передатчики малой мощности и антенны с небольшой действующей высотой.

Такую связь можно осуществлять по схеме, приведенной на фиг. 5. Выходная цепь передатчика и входная цепь приемника тем или иным способом связывается с пучком проводов линии проводной связи, идущей в нужном направлении; практически пригодными являются линии, содержащие наряду со стальными проводами одну (или более) медную (цветную) пару. Последнее обстоятельство можно объяснить тем,

что, например, для частоты 2,5 *мггц*, соответствующей стометровому диапазону волн (который практически нашел себе применение в условиях железнодорожного транспорта), сопротивление медных проводов составляет 65 *ом/км*, а стальных — около 1 000 *ом/км*.

Осуществление связи по рассматриваемой схеме производится следующим образом. Стационарная радиостанция



Фиг. 5. Схема индуктивной радиосвязи стационарного пункта с радиостанцией паровоза.

отдает энергию высокой частоты пучку проводов, по которому она и распространяется. Часть этой энергии, заключенной в пучке проводов, за счет электромагнитной индукции передается из пучка в антенну подвижной (паровозной) радиостанции. Этим же путем энергия проходит и в обратном направлении — от антенны подвижной радиостанции к приемнику стационарной радиостанции. Как показали расчеты и опыт, при таком виде связи, названном индуктивной радиосвязью, можно с тем же оборудованием перекрывать примерно в 5 раз бо́льшие расстояния, чем при непосредственной радиосвязи, т. е. без использования проводной линии.

Увеличение дальности за счет использования пучка проводов в качестве волновода зависит от частоты, на которой ведется связь. Следует отметить, что увеличить дальность связи путем повышения чувствительности приемника невозможно по той причине, что уровень помех в пучке проводов оказывается значительным. Так, например, в рассматриваемом диапазоне частот уровень помех оказывается практически порядка 100 *мкв*.

При организации дальней поездной радиосвязи недостаточно одной радиостанции, так как дальность ее действия и при использовании пучка проводов окажется все же меньше дальностей, требуемых условиями эксплуатации. В этом случае вдоль линии на определенных расстояниях устанавливают промежуточные радиостанции, а модулирующее низкочастотное напряжение подводят к ним по общей провод-

ной линии связи. Такая система называется индуктивной комбинированной радиопроводной связью.

В настоящее время на железнодорожном транспорте применяется несколько видов радиосвязи.

МАНЕВРОВАЯ РАДИОСВЯЗЬ

Значительное место в работе железнодорожных станций занимает маневровая работа по формированию и расформированию поездов. Этой работой руководит маневровый диспетчер. Он располагает системой проводной связи для переговоров с подчиненными ему работниками. Для связи с маневровыми локомотивами (паровоз, электровоз и т. д.) диспетчер использует радиосвязь. В отдельных случаях диспетчер передает непосредственное управление маневровой работой дежурному по путям. В этом случае последнему придается и радиостанция для поддержания связи с машинистами маневровых паровозов.

Применение радиосвязи расширяет возможности оперативного руководства, позволяя давать распоряжения машинистам непосредственно, не прибегая к посредничеству составителей и стрелочников; с использованием радиосвязи диспетчер может вести контроль за выполнением распоряжений.

Кроме маневрового диспетчера, радиосвязью пользуются узловой диспетчер и дежурный по сортировочной горке или ее оператор. Каждому из них придается своя сеть радиосвязи или, как принято называть, свой круг радиосвязи, куда входит распорядительная (стационарная) радиостанция диспетчера и нужное число паровозных радиостанций. Все радиостанции *Р* одного круга работают на одной частоте. Три таких круга показаны на фиг. 6.

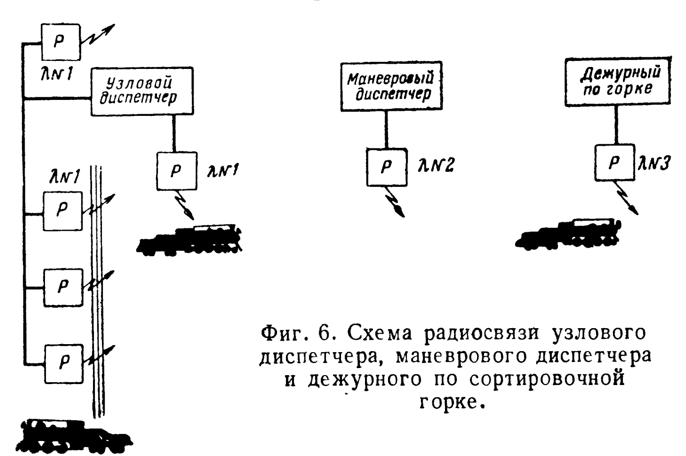
Узловой диспетчер руководит работой вывозных паровозов, используемых на перевозке составов при передаче последних с одной станции узла на другую, на предприятия и т. п. При этом вывозные паровозы могут отходить на расстояние до 50 *км*.

Ввиду больших протяженностей связей узлового диспетчера используется комбинированная радиопроводная связь с применением промежуточных радиостанций. Низкая частота подается по проводной линии до каждой промежуточной радиостанции. Нередко энергия высокой частоты накладывается на пучок проводов для распространения на большие расстояния и индуктивного воздействия на антенну паровоза на перегоне. Для обслуживания вывозных паровозов ра-

диосвязь играет большую роль, так как здесь проводной диспетчерской связи недостаточно.

На сортировочной горке радиосвязь с машинистами горочных паровозов дополняет существующие средства связи.

До введения радиосвязи оперативное руководство работой на сортировочных горках осуществлялось с помощью обычной сигнализации (семафоры и светофоры). При роспуске длинных составов паровоз, совершающий надвиг, т. е.



Фиг. 6. Схема радиосвязи узлового диспетчера, маневрового диспетчера и дежурного по сортировочной горке.

подачу вагонов на горку, обычно находится достаточно далеко. Поэтому одна лишь сигнализация не могла обеспечить оперативного управления работой, в частности скоростью надвига составов. Работа затруднялась в плохую погоду (метель, туман), что оказывало свое влияние на производительность (пропускную способность) горки и безопасность работы.

Впоследствии к сигнализации прибавилась громкоговорящая связь. Введение этой связи создало качественно новую систему управления технологическим процессом на сортировочной горке, хотя в отношении машиниста горочного паровоза такая связь оставалась принципиально односторонней.

Дальнейшим шагом вперед явилось внедрение прямой радиосвязи дежурного по горке с машинистом горочного паровоза. Эта связь дополнила средства сигнализации и передачу распоряжений по громкоговорящей сети. Радиосвязь характеризуется прежде всего тем, что она является непосредственной и двусторонней связью. С ее помощью дежурный по горке не только дает машинисту распоряжения о на-

чале надвига состава на горку и изменении скорости надвига, но получает от машиниста запросы о возникших в работе неясностях. Возможность дачи немедленного ответа с разъяснением или новым распоряжением обеспечивает дежурному по горке четкость оперативного управления. В особых случаях, например для предотвращения аварии, дежурный по горке может дать по радио экстренное распоряжение. Следовательно, радиосвязь повышает безопасность движения.

Надежность и эффективность радиосвязи видна из такого примера. На одной из сортировочных станций московского узла в течение 12 час. были выключены горочные светофоры и руководство надвигом составов на горку производилось только с помощью радиосвязи. За это время производительность горки не снизилась при сохранении требуемой безопасности работы.

ПОЕЗДНАЯ РАДИОСВЯЗЬ

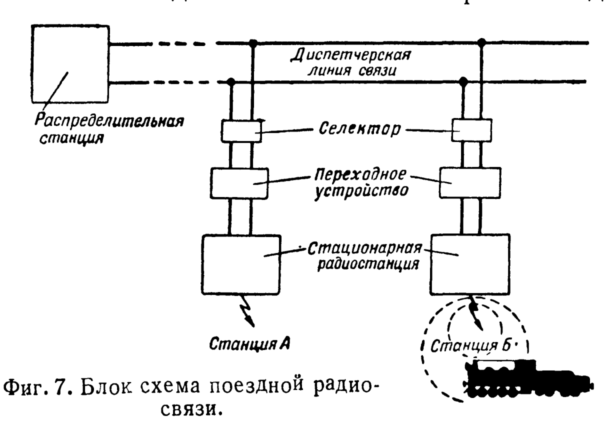
Руководство движением поездов на перегонах между станциями принадлежит поездному диспетчеру. В его исключительном пользовании находится диспетчерская телефонная связь с отдельной проводной линией, в которую включаются телефоны дежурных по станции, операторов на блокпостах и т. п. Так как все эти аппараты включены параллельно в общую цепь, то диспетчер располагает устройством для избирательного вызова, посылающими в линию кодированную комбинацию импульсов, благодаря которой сигнал вызова попадает лишь к нужному абоненту. Здесь сигнал вызова воспринимается посредством прибора, называемого селектором, который включает звонок вызываемого абонента и, если нужно, может замыкать те или иные цепи.

Диспетчерский пункт снабжен усилителем, с помощью которого входящие и исходящие разговорные токи усиливаются. В том случае, когда усилитель обслуживает оба направления, он дополняется системой реле, переключающей вход и выход усилителя на нужное направление. Эти переключения, а также включение микрофона производятся диспетчером с помощью ножной педали или специальной кнопки. Командный пункт и приданная ему аппаратура носят название распорядительной станции.

Введение радиосвязи значительно расширило возможности поездного диспетчера в отношении командования, так как это позволило связываться не только с неподвижными объектами по телефону, но и с машинистами паровозов, на-

ходящихся на перегоне (между станциями), по радио. Для этой цели используется комбинированная радиопроводная связь.

Для организации такой связи (фиг. 7) вдоль линии на расстоянии 10 ÷ 15 *км* одна от другой устанавливаются радиостанции типа ЖР-1. Эти радиостанции постоянно включены и обычно находятся в положении «Прием». Радиостан-



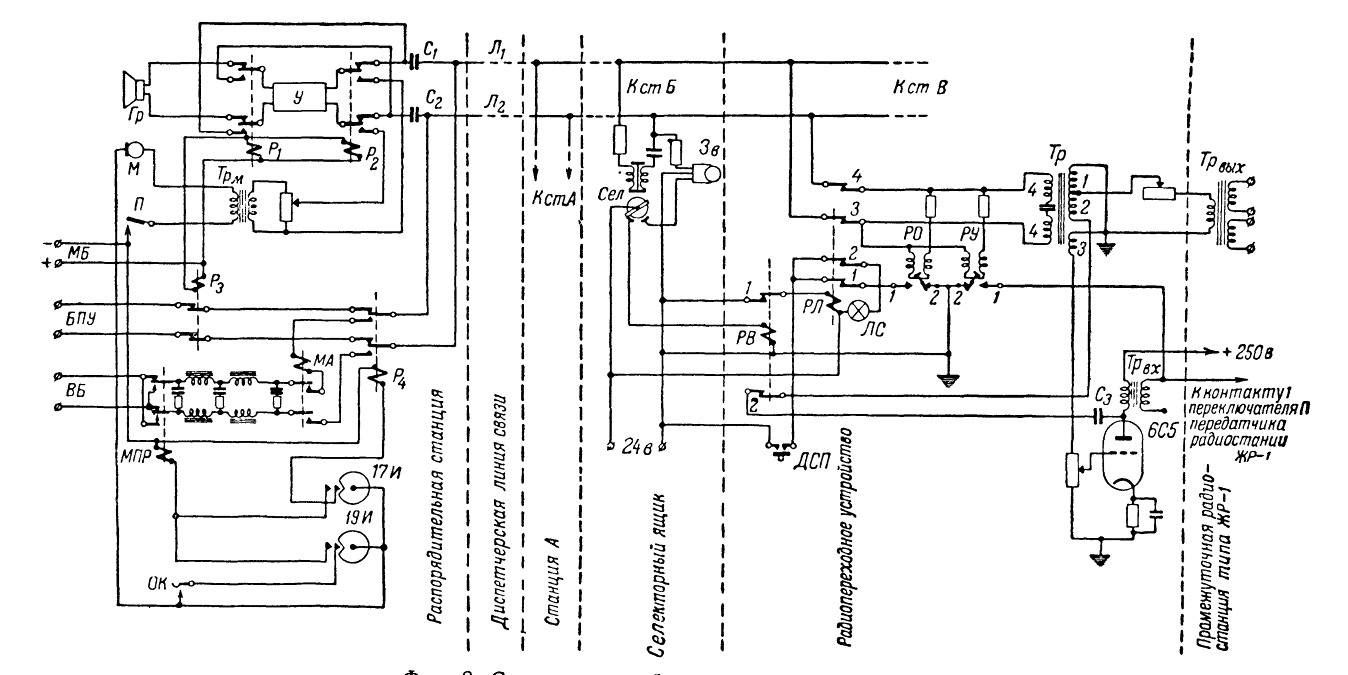
Фиг. 7. Блок схема поездной радиосвязи.

ции на паровозах, следующих вдоль линии радиосвязи, также постоянно включены и находятся в положении «Прием».

Рассмотрим принцип действия комбинированной радиопроводной связи по упрощенной схеме фиг. 8. Этой схемой предусматривается, что распорядительная станция имеет возможность избирательно подключать нужную промежуточную радиостанцию с ее радиопереходным устройством, дистанционно управлять радиостанцией, переводя ее в положение «Прием» и «Передача», и подавать на вход радиостанции разговорные токи, усиленные до уровня, необходимого для модуляции передатчика. Переходное устройство и промежуточная радиостанция служат для обеспечения передачи с паровоза на провода и обратно.

Чтобы вызвать нужного машиниста паровоза, диспетчер заводит ключ 19-импульсного кода *19И* в комбинации, соответствующей той станции, где по графику сейчас находится нужный паровоз, например станции *Б*. Селектор на этой станции срабатывает и замыкает цепь реле включения *РВ*, которое своим контактом *1* замыкает цепь реле *РЛ*. Последнее самоблокируется через контакт *1* реле отбоя *РО* и свой контакт *1*, а контактом *2* замыкает цепь сигнальной лампочки *ЛС*. Это же реле контактами *3* и *4* подключает к диспет-

2*



Фиг. 8. Схема поездной радиопроводной связи.

МБ—местная батарея; *БПУ*—батарея прямого управления; *ВБ*—вызывная батарея; *МПР*—реле, меняющее полярность; *ОК*—отбойная кнопка; *ДСП*—кнопка дежурного по станции; *Сел*—селектор; *Зв*—звонок; *17И* и *19И*—вызывные ключи.

черской линии радиопереходное устройство. Селектор остается в положении вызова 2 сек. и удерживает реле *РВ* под током. Контакт *2* этого реле на это время замыкает цепь анода лампы 6С5 — конденсатор C_3 — контакт *2* реле *РВ* — обмотки *2* и *1* трансформатора *Тр* — «земля». Благодаря тому, что обмотки *2* и *3* расположены на общем ярме трансформатора *Тр*, возникает связь между анодной и сеточной цепями лампы, что приводит к генерированию колебаний тональной частоты. Посредством обмотки *4* трансформатора *Тр* диспетчеру посылается контрольный сигнал готовности радиостанции. Получив этот сигнал, диспетчер нажимает ногой педаль *П*, вследствие чего подается питание на микрофон *М*, включаются реле P_1 и P_2 (благодаря чему усилитель включается в положение «Передача», т. е. в направлении от диспетчера в линию), включаются реле P_3 и P_4 (обеспечивая подачу в линию напряжения от батареи прямого управления *БПУ*).

Благодаря конденсаторам C_1 и C_2 это напряжение не попадает в цепь усилителя, а подается лишь в линию. На радиопереходном устройстве это напряжение через контакты *3* и *4* реле *РЛ* подается на обмотку поляризованного реле управления *РУ* и якорь последнего перебрасывается в положение *1*. При этом радиостанция переводится в положение «Передача».

Говоря в свой микрофон, диспетчер посылает в линию разговорные токи по цепи: микрофон *М* — микрофонный трансформатор $Тр_м$ — усилитель *У* — линия $Л_1Л_2$ — контакты *3* и *4* реле *РЛ* — обмотки *4* и *3* трансформатора *Тр* — сеточная цепь лампы 6С5 — трансформатор $Тр_{вх}$ и далее в цепь модулятора радиостанции.

Чтобы слушать машиниста, диспетчер опускает педаль и тем самым обесточивает реле P_1, P_2, P_3 и P_4 распорядительной станции. Якорь реле *РУ* радиопереходного устройства перебрасывается в положение *2*, чем радиостанция переводится из положения «Передача» в положение «Прием». Передача (разговор) машиниста, принятая приемником радиостанции, через трансформатор $Тр_{вых}$ и обмотки *2* и *4* трансформатора *Тр* поступает в линию $Л_1Л_2$ и далее через усилитель в динамический громкоговоритель *Гр* диспетчера.

По окончании связи диспетчер нажимает отбойную кнопку *ОК*, благодаря чему в линию посылается отбойный импульс. Это вызывает переход якоря реле *РУ* в положение *2*. На время действия отбойного импульса якорь реле *РО* перебрасывается с контакта *1* на контакт *2* и, таким обра-

зом, размыкается цепь питания реле *РЛ*, а последнее разблокировывается и отключает радиопереходное устройство от диспетчерской линии.

В настоящее время на практике применяются новые, более совершенные схемы поездной радиосвязи.

Практика показала, что, в то время как поездной диспетчер может иметь необходимость вести разговор с любым из машинистов, последним по многим вопросам нет необходимости обращаться обязательно к поездному диспетчеру; многие вопросы в состоянии разрешить соответствующие дежурные по станции. Поэтому в рассматриваемой схеме предусмотрено, что вызов машиниста не попадает к диспетчеру, а принимается дежурным по станции. Он разрешает все вопросы и отвечает машинисту; если же окажется нужным подключить диспетчера, то дежурный по станции, проверив, что линия диспетчера не занята, нажимает кнопку *ДСП*, что равноценно срабатыванию реле *РВ*. Диспетчеру будет послан тональный вызов и весь дальнейший процесс будет протекать, как рассмотрено выше.

Описанная схема лишь иллюстрирует принцип осуществления поездной радиосвязи. Практические схемы, существующие в ряде вариантов, более сложны и содержат некоторые отклонения от описанной и дополнения, как, например, введение избирательного вызова по радио, когда вызываются посредством промежуточной радиостанции не все машинисты, находящиеся в зоне ее действия, а лишь один определенный, выключение громкоговорителей на паровозах, не вызванных в данное время диспетчером, применение помехозащитных устройств и др.

Использование поездной радиосвязи предоставляет диспетчеру дополнительные возможности обеспечивать выполнение графика, ликвидировать опоздание поездов и вводить их в график; в грузовом движении диспетчер может уменьшать число стоянок и сокращать их продолжительность, повышая тем самым участковую скорость. В свою очередь, машинисты с помощью радиосвязи узнают обстановку на участке, что позволяет им уверенно на больших скоростях водить поезда, в том числе и в тяжелых метеорологических условиях, например при снегопадах, метелях, туманах и пр. Машинисты делают запросы дежурным по станции по самым разнообразным вопросам, относящимся к ведению поезда. Так, например, значительная часть переговоров ведется о пропуске поезда (товарного) без остановки; зная об этом заранее, бригада форсирует котел и экономит топливо

и воду, к тому же выигрывая во времени. Сообщая на подходах к распорядительным станциям о состоянии паровоза, машинист дает возможность паровозному диспетчеру заранее определить время для экипировки. Кроме того, радиосвязь позволяет передать машинисту приказ об остановке в целях предотвращения несчастных случаев.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ РАДИОСВЯЗИ

Пассажирская радиосвязь. Внедренная на ряде дорог поездная радиосвязь диспетчера с машинистом паровоза привела к мысли об использовании такого вида связи для предоставления возможности пассажирам вести переговоры из движущегося поезда с абонентами городских телефонных станций. Опыты по установлению такой связи были поставлены в 1952 г. на Октябрьской железной дороге.

Схема для осуществления пассажирской связи имеет общие черты со схемой поездной радиосвязи, показанной на фиг. 8. Ее принципиальное отличие заключается в том, что радиостанция движущегося поезда должна автоматически включать ближайшую к ней стационарную радиостанцию и выключать остальные. Последнее обстоятельство вытекает из того, что при одновременной работе на передачу двух линейных стационарных радиостанций возникает интерференция между несущими частотами этих станций, что воспринимается подвижной радиостанцией в виде непрерывного тонального сигнала, образующегося в результате детектирования биений.

В общих чертах пассажирская связь может осуществляться следующим образом. В купе, соседнем с поездным радиопунктом, устанавливается обычный телефонный аппарат. Его микрофон присоединен к модулятору передающей части поездной радиостанции, а телефон соответственно на выход приемника. Радиостанция работает в дуплексном режиме. Линейные (стационарные) радиостанции через специальные переходные устройства присоединены к проводной линии, выходящей на коммутатор. Городской абонент через этот коммутатор получает выход на линию, а затем через одну из линейных радиостанций по радио ведет разговор с пассажиром поезда.

Указанная система позволяет связываться лишь с одним поездом. Для связи с несколькими поездами потребуется занять новые линии, установить радиостанции на других волнах и т. д., что делает систему громоздкой и дорогостоящей.

Связь со списчиком вагонов. Одной из операций процесса обработки поездов является перепись номеров вагонов в порядке размещения их по составу. Занимающийся этим работник (списчик вагонов) проходит вдоль составов и заносит номера вагонов в ведомость, которую затем доставляет в техническую контору прибытия. Эта контора может быть расположена на расстоянии 2 *км*. Таким образом, на доставку списка номеров вагонов в контору затрачивается много времени и задерживается оформление необходимой документации. Положение ухудшается в случае выясняющейся впоследствии ошибки при списывании номеров и необходимости дополнительных справок.

Следовательно, возникает необходимость связать списчика с конторой. Проводная связь в этом случае непригодна, так как списчик перемещается вдоль путей, число которых может оказаться около 20 и более. Поэтому целесообразно использовать портативную радиостанцию, работающую в диапазоне ультракоротких волн, которая могла бы вместе со штыревой антенной поместиться на спине или боку списчика. Радиус действия такой радиостанции должен быть порядка 1—2 *км* или немногим больше. При уровне помех в диапазоне метровых волн порядка 5—6 *мкв/м* мощность передатчика такой радиостанции (при достаточно чувствительном приемнике) должна составлять 50—100 *мвт*.

Проводившиеся на метровом диапазоне опыты показали полную реальность такой связи. При всевозможных положениях списчика, например при проходе под буферами и при подлезании под вагонами, что практически всегда может иметь место в работе, связь не нарушалась.

Особенностью всех переносных радиостанций этого рода является сравнительно большой вес не только самой радиостанции, но и источников питания. Следует считать, что вес радиостанции не должен превосходить 1 *кг*, а источников питания — 2 *кг*. Облегчение радиостанции может быть достигнуто, например, переходом к односторонней связи по радио. При этом списчик, располагая радиостанцией, может вести передачу сведений в контору на ультракоротких волнах. В обратном направлении все указания и запросы конторы в этом случае передаются по громкоговорящей сети, которой для этой цели должен быть оборудован парк прибытия или формирования.

Целесообразность использования такой системы подтверждается следующими соображениями. Прием у списчика не может быть осуществлен на громкоговоритель, так

как это потребует значительного увеличения расхода питания. Прием же на головные телефоны нельзя рекомендовать по соображениям техники безопасности (уши списчика должны быть открыты, чтобы слышать все, что происходит вокруг, в частности паровозные сигналы). Далее, за время работы списчику придется говорить примерно 40% времени (работа передатчика) и слушать 60% времени (работа приемника). Следовательно, односторонняя радиосвязь, т. е. только передача с переносной радиостанции, дает большую выгоду в экономии питания и в общем весе переносной установки.

Оградители путевых работ. При производстве ремонтных работ на перегонах важную роль играет ограждение места работ. Для этой цели используются специальные сигналы. Разработан также комплект передающей и приемной радиостанций, предназначенных для оповещения путевых бригад о приближении поезда.

Такой комплект содержит передатчик, устанавливаемый на достаточном расстоянии от места производства работ и включаемый лишь при подходе поезда. В этом случае происходит нажатие на специальную педаль, замыкающую цепь реле, которое и включает схему на передачу. В это же время приемник, установленный на месте производства работ, включает тревожный звонок, служащий предупреждением о приближении поезда.

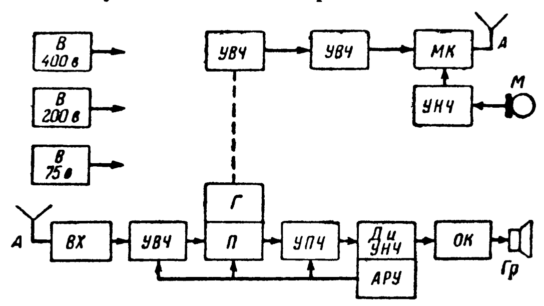
АППАРАТУРА ДЛЯ РАДИОСВЯЗИ

Радиостанции типа ЖР-1. Для организации связи по радио между паровозом и стационарным пунктом в 1947 г. была разработана и выпускается нашей промышленностью приемо-передающая радиостанция типа ЖР-1 (железнодорожная радиостанция, первая разработка). Она состоит из трех-четырехкаскадного передатчика с модулятором, супергетеродинного пятилампового приемника и блока питания (фиг. 9). Радиостанция работает на стометровом диапазоне на фиксированных частотах и обеспечивает надежную двустороннюю телефонную симплексную или дуплексную радиосвязь в радиусе до 6 *км*. Использование этой радиостанции обеспечивает беспоисковое вхождение в связь и бесподстроечное поддержание ее, что достигается применением кварцевой стабилизации в передатчике и в гетеродине приемника.

Каждой радиостанции присвоены две фиксированные частоты, разнящиеся одна от другой на 456 *кгц*. Всего на ра-

диосвязь с применением радиостанций типа ЖР-1 отведено 10 фиксированных частот. Таким образом, имеется 5 серий радиостанций типа ЖР-1. Если частоты радиостанции одной серии обозначить через f_1 и f_2, а другой серии через f_3 и f_4, то эти частоты будут связаны такими соотношениями: $f_2 - f_1 = 456$ *кгц*; $f_4 - f_3 = 456$ *кгц*; $f_2 - f_3 = 436$ *кгц*. Разнос между соответствующими частотами радиостанций соседних серий равен 20 *кгц*.

Радиостанции ЖР-1 выполняются в двух вариантах: паровозном — для установки на паровозах и стационарном —



Фиг. 9. Блок-схема радиостанции типа ЖР-1.

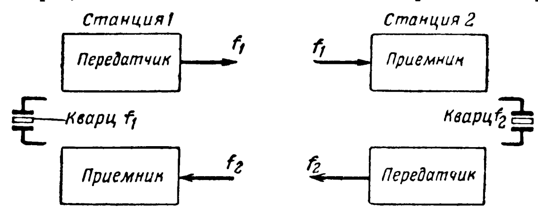
ВХ — входная цепь; *УВЧ* — усилитель высокой частоты; *Г* — гетеродин; *П* — преобразователь; *УПЧ* — усилитель промежуточной частоты; *Д* — детектор; *АРУ* — автоматический регулятор усиления; *УНЧ* — усилитель низкой частоты; *МК* — мощный каскад; *ОК* — оконечный каскад; *М* — микрофон; *Гр* — громкоговоритель; *А* — антенна; *В* — выпрямитель.

для установки у диспетчеров, операторов и т. п. Приемо-передатчики паровозного и стационарного вариантов одинаковы. Как правило, при работе с радиостанциями типа ЖР-1 используют отдельные антенны для передачи и для приема, противовес и заземление. Необходимость применения двух антенн диктуется одновременной работой передатчика и приемника в дуплексном режиме.

Каждая радиостанция имеет два кварца, разнящихся по частоте на 456 *кгц*. Промежуточная частота приемника также равна 456 *кгц*. То обстоятельство, что промежуточная частота приемника совпадает с разностью частот между обоими кварцами радиостанции, использовано следующим образом. Как указывалось, связь может осуществляться дуплексом (одновременная возможность передачи и приема на обоих концах линии радиосвязи) или симплексом (чередование возможности передачи и приема). При дуплексной связи передача в одном направлении производится на первой частоте f_1, а в другом — на второй частоте f_2, как пока-

зано на фиг. 10. Следовательно, на каждой станции передатчик и приемник настроены на разные частоты. Последнее обстоятельство диктуется необходимостью вести прием корреспондента во время работы своего передатчика.

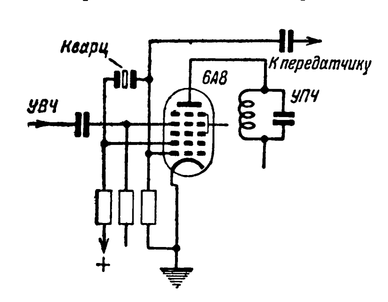
Для стабилизации передатчика и приемника используется один кварц, включенный в цепь гетеродина приемника,



Фиг. 10. Блок-схема дуплексной радиосвязи.

играющего в то же время роль задающего генератора передатчика (фиг. 11). Частота приходящего сигнала отличается от частоты кварца на 456 *кгц*, т. е. на промежуточную частоту приемника.

При симплексной работе связь занимает лишь один канал, т. е. передача в обе стороны производится на одной частоте. При этом на каждой станции (фиг. 12) используются два кварца: один с частотой f_1 для стабилизации передатчика и другой с частотой f_2 для стабилизации гетеродина приемника. В таком режиме гетеродин приемника уже не служит задающим генератором передатчика. Эту роль выполняет первая лампа передатчика, являвшаяся при дуплексной работе лампой буферного каскада.



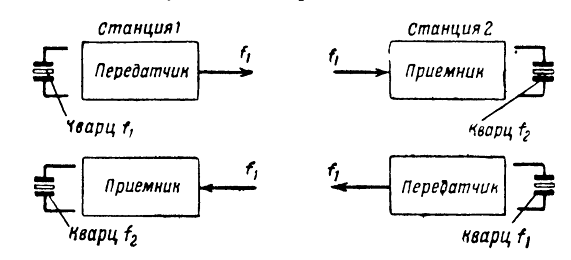
Фиг. 11. Схема гетеродина приемника, являющегося в то же время задающим генератором передатчика.

Таким образом, блок-схемы передатчика при дуплексном и симплексном видах связи различны. Это показано на упрощенных схемах фиг. 13 и 14. Схема приемной части остается без изменений.

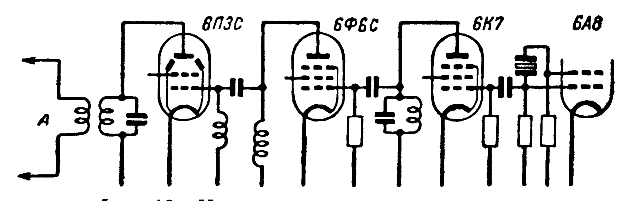
При симплексной работе оказывается необходимым переключать радиостанцию с приема на передачу и обратно. Такое переключение производится с помощью реле, снимающего при переходе на передачу анодное питание с ламп приемника и подающего его на аноды ламп передатчика.

Для удобства эксплуатации радиостанция разделена на две части: приемо-передатчик и пульт управления (фиг. 15). На шасси приемо-передатчика размещены передатчик с цепью настройки антенны, приемник и блок питания.

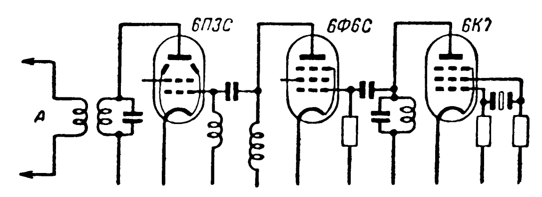
Схема передатчика (фиг. 16)), частично рассмотренная выше, работает следующим образом. Колебания задающего



Фиг. 12. Блок-схема симплексной радиосвязи.



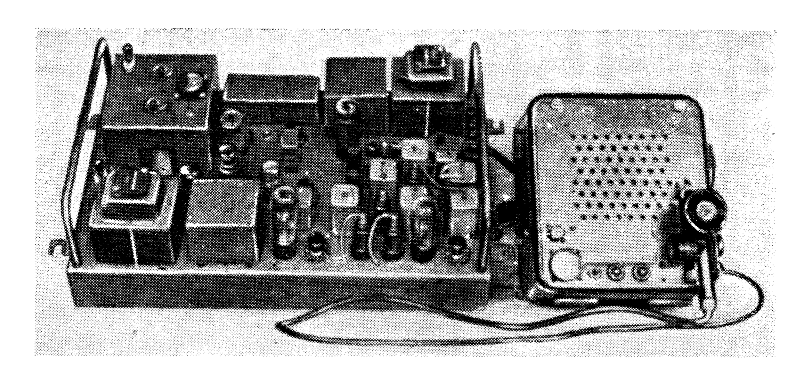
Фиг. 13. Упрощенная схема передатчика при дуплексной радиосвязи.



Фиг. 14. Упрощенная схема передатчика при симплексной радиосвязи.

генератора, цепи которого образованы первой и второй сетками и катодом лампы 6А8 или лампы 6К7, подвергаются дальнейшему усилению на лампах 6К7 и 6Ф6С; буферный каскад с лампой 6Ф6С имеет ненастроенную анодную нагрузку (дроссель). Анодные цепи экранных сеток генераторных ламп питаются от выпрямителя 200 *в*. Оконечный каскад передатчика работает на лампе 6П3С и питается от отдельного выпрямителя 400 *в*. Антенная цепь подключена

к оконечному каскаду через промежуточный контур. Для настройки антенны имеются две удлинительные катушки. Связь с антенной переменная регулируемая. Настройка на максимальную отдачу производится по индикатору настройки. Модуляция в передатчике амплитудная сеточная, осуществляется изменением напряжения смещения лампы 6П3С оконечного каскада. Постоянное напряжение смещения снимается с отдельного выпрямителя 75 *в*, работающего на



Фиг. 15. Общий вид радиостанции типа ЖР-1.
Слева приемо-передатчик, справа пульт управления.

лампе 6Х6С. Модулирующее напряжение подается с вторичной обмотки анодного трансформатора лампы 6С5 микрофонного усилителя.

В приемнике связь приемной антенны с сеточным контуром первой лампы осуществляется через двухконтурный полосовой фильтр. Такое устройство необходимо для обеспечения высокой избирательности, требующейся при одновременной работе приемника и передатчика в дуплексном режиме.

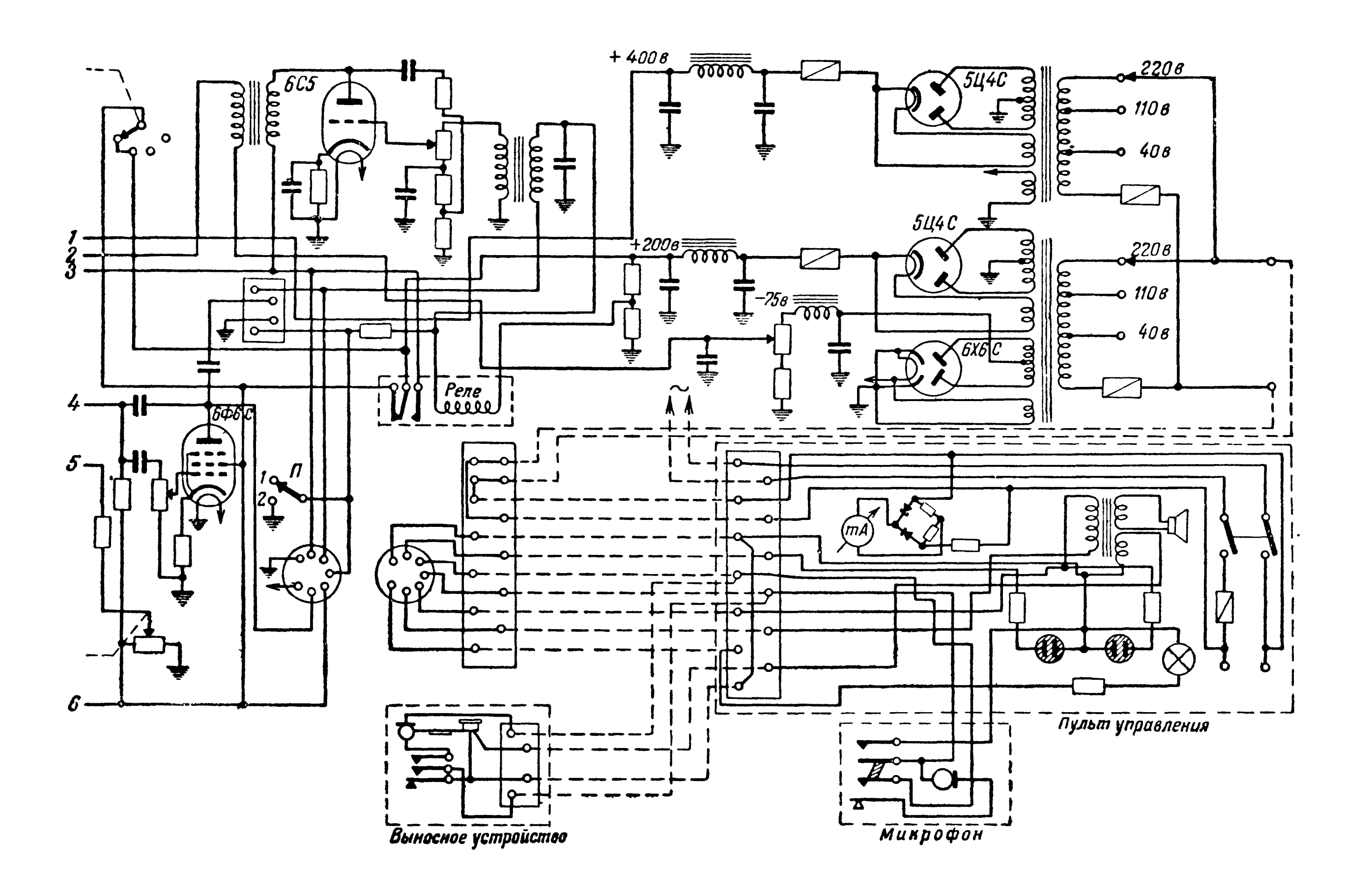
Первый каскад — усилитель высокой частоты — работает на лампе 6К7 по схеме с настроенным контуром в анодной цепи. Второй каскад — преобразовательный — работает на лампе 6А8. Частота колебаний гетеродина стабилизована кварцем. Так как приходящий в приемник сигнал также стабилизован, то промежуточная частота выдерживается точно, что, в свою очередь, обеспечивает эффективное усиление в третьем усилительном каскаде промежуточной частоты на лампе 6К7. Четвертый каскад на лампе 6Г7 выполняет функции детектора, первого усилителя низкой частоты и детекто-

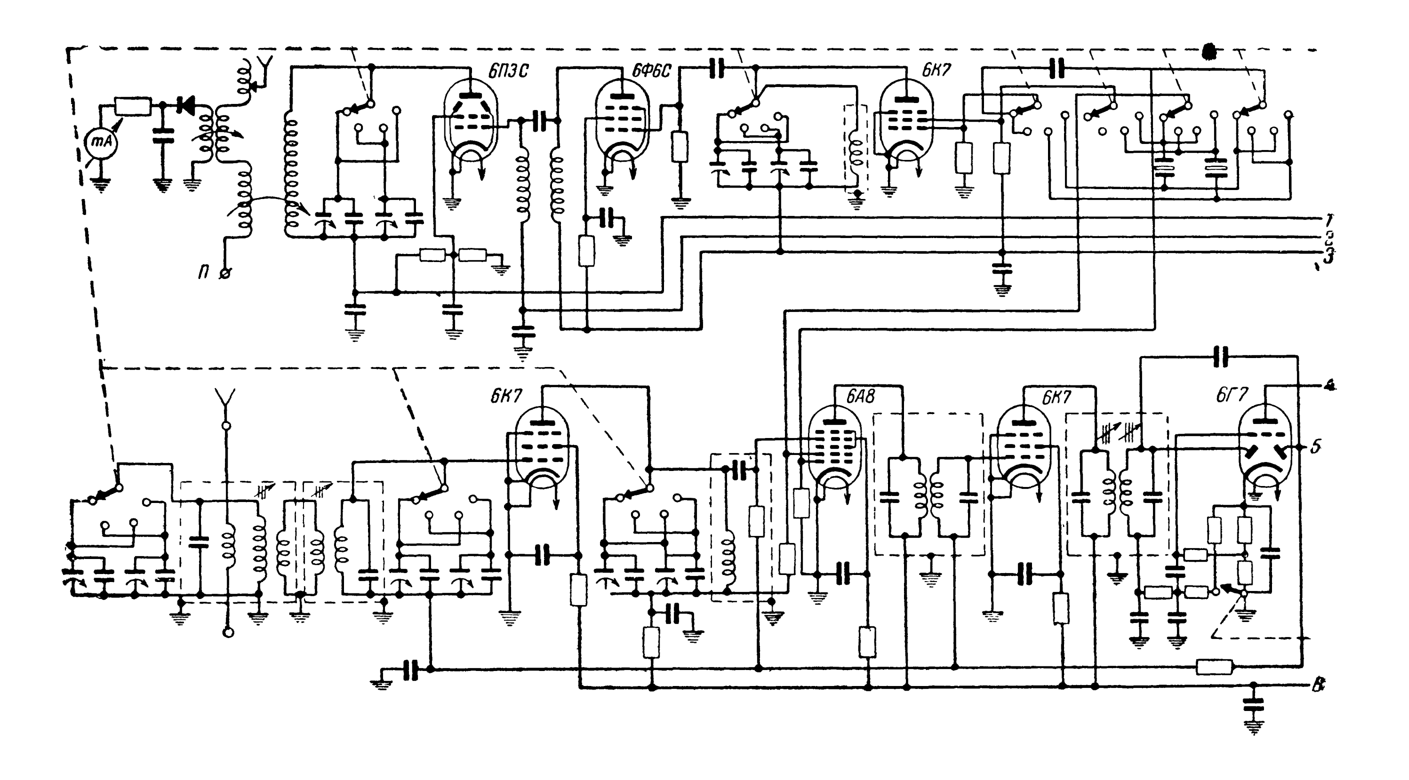
ра автоматической регулировки усиления. Пятый каскад работает на лампе 6Ф6С и является оконечным усилителем. Его нагрузкой служит динамический громкоговоритель типа 2ГДМ-3 с постоянным магнитом. Громкоговоритель включен через выходной трансформатор. Последний имеет дополнительную вторичную обмотку, предназначенную для питания телефона микротелефонной трубки. Трубка входит в комплект выносного переговорного устройства, а также применяется радиомехаником при настройке радиостанции.

В схеме приемника предусмотрена регулировка уровня чувствительности. Полагая значение отношения сигнал/помеха превышающим единицу, можно установить такой порог чувствительности, при котором уровень помех окажется ниже этого порога, а полезный сигнал — выше. Следствием такой регулировки явится устранение прослушивания помех в отсутствии полезного сигнала.

Для целей такого регулирования используется диодная часть лампы 6Г7. На анод диодной части автоматического регулятора усиления через сопротивление в 1 *мгом* подается положительное напряжение, снимаемое с потенциометра в 0,5 *мгом*. При этом на управляющих сетках ламп (до детекторного каскада) напряжение окажется близким к нулю, что вызовет появление сеточных токов. Вследствие этого усиление этих каскадов (за счет нагрузки контуров) станет малым (практически оно может упасть до 5% от максимально возможного). Анод диода детектора находится под постоянным отрицательным напряжением (напряжение задержки), поэтому слабый сигнал помехи, не превышающий это напряжение, не будет продетектирован и, следовательно, помеха не будет воспроизведена громкоговорителем. Если приходящий на вход приемника полезный сигнал имеет достаточную амплитуду, то он детектируется диодом автоматического регулятора напряжения. Напряжение отрицательного смещения на управляющих сетках ламп увеличивается и нормальное усиление приемника восстанавливается. В результате амплитуда сигнала на аноде диода основного детектора превысит напряжение задержки и будет иметь место обычный процесс приема. Лампы 6К7 и 6А8 (до детекторного каскада) обладают удлиненными характеристиками, поэтому автоматическая регулировка усиления при дальнейшем повышении амплитуды приходящего сигнала будет в рассмотренной схеме осуществляться обычным порядком.

Описанная система не устраняет приема помех при наличии полезного сигнала, т. е. в процессе приема. В то же


+400в
6С5
5Ц4С
220в
110в
40в
1
2
3
+200в
5Ц4С
220в
110в
40в
-75в
6Х6С
Реле
4
6Ф6С
5
П
1
2
mA
6
Пульт управления
Выносное устройство
Микрофон



mA
П
6П3С
6Ф6С
6К7
1
2
3
6К7
6А8
6К7
6Г7
4
5
В

время отдельные помехи всегда могут превысить установленный по полезному сигналу порог чувствительности и открыть тракт приема. Появление в громковорителе сильных тресков, щелчков и т. п. мешает оперативным работникам (диспетчеру, оператору) в их работе. Поэтому в последнее время стационарные радиостанции дополняются блоком помехозащитного устройства и блоком тонального вызова к нему. При применении этого устройства громкоговоритель стационарной радиостанции выключен. Машинист паровоза, вызывая диспетчера, нажимает вызывную кнопку, благодаря чему на радиостанцию дежурного по станции посылается сигнал, модулированный определенной частотой. При приеме этого сигнала срабатывает реле, включающее громкоговоритель. Одновременно машинисту посылается короткий контрольный сигнал готовности стационарной радиостанции.

При эксплуатации радиостанции ЖР-1 работники, ведущие связь (машинист, дежурный по станции), должны совершать несложные операции по управлению радиостанцией, т. е. включать и выключать ее, а также переходить с приема на передачу и обратно. Эти операции производятся с пульта управления. Прочие же операции, как, например, настройка на максимальную отдачу, регулировка модуляции, чувствительности и т. п., производятся радиомехаником на приемопередатчике.

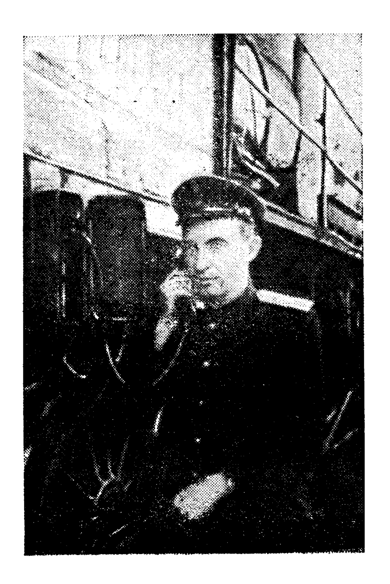
В распоряжении машиниста, ведущего связь, имеется пульт управления. На пульте размещены: выключатель питания радиостанции, вольтметр для контроля питающего напряжения, предохранитель на 10 *а* в общей цепи питания, две сигнальные неоновые лампочки, указывающие на включение передатчика или приемника. Внутри пульта расположен динамический громкоговоритель с выходным трансформатором. Снаружи на специальном держателе подвешивается микрофонная трубка на шнуре. На ее рукоятке имеется тангента (пластинка), нажатием которой посредством реле включается передатчик, при отпускании тангенты станция переключается на прием.

Пульт управления на стационарной радиостанции немногим отличается от паровозного, в частности, он имеет вместо вольтметра сигнальную лампочку.

Пользуясь паровозной радиостанцией, с диспетчером или дежурным могут связываться также составитель или сцепщик. Для этого им не нужно подниматься в будку машиниста. С правой стороны снаружи паровоза у входной лестницы устанавливается выносное переговорное устройство, пред-

ставляющее собой герметически закрывающуюся коробку с микротелефонной трубкой. Пользуясь ею, составитель с земли ведет разговор по радио (фиг. 17), переключая радиостанцию с приема на передачу так же, как это делает машинист паровоза со своего рабочего места.

При поездной радиосвязи выносное переговорное устройство устанавливается внутри кабины и предназначается для пользования помощником машиниста.



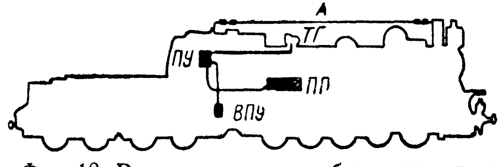
Фиг. 17. Составитель поездов ведет разговор по радио через выносное переговорное устройство.

Стационарные радиостанции питаются от сети переменного тока. Вследствие того что колебания питающего напряжения отзываются на работе радиостанции, для стабилизации напряжения применяется феррорезонансный стабилизатор напряжения, используемый одновременно как автотрансформатор, позволяющий питать установку от сети напряжением 110 или 220 *в*. Мощность, потребляемая радиостанцией от питающей сети, при передаче равна 145 *вт* и при приеме 125 *вт*.

Паровозные радиостанции получают питание от турбогенераторов типа ТГ-1Р (турбогенератор на 1 *квт* для радиостанции). Такой турбогенератор одновременно питает постоянным током сеть освещения паровоза и переменным током радиостанцию. Турбина снабжена центробежным регулятором, который вместе с парорегулирующим устройством предназначен для автоматического поддержания постоянного числа оборотов турбины. При работе генератора число оборотов турбины регулируется в соответствии с показаниями вольтметра на пульте управления. В целях обеспечения бесперебойного питания радиостанции на многих паровозах устанавливается, кроме основного, также резервный турбогенератор. В этом случае в кабине устанавливается общий переключатель питания.

Размещение радиооборудования на паровозе схематично показано на фиг. 18.

Устанавливаемый в кабине машиниста пульт управления размещается на боковой стенке позади машиниста с таким расчетом, чтобы передача из громкоговорителя, находящегося внутри пульта, была слышна машинисту. Машинист,

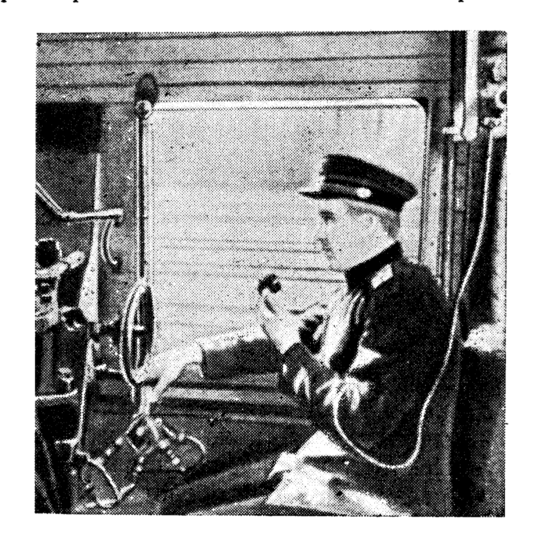


Фиг. 18. Размещение радиооборудования на паровозе.

А — антенна; *ПП* — приемо-передатчик; *ПУ* — пульт управления; *ВПУ* — выносное переговорное устройство; *ТГ* — турбогенератор.

взяв в руку микрофонную трубку (фиг. 19), может вести разговор с диспетчером, не теряя наблюдения за путем через смотровое окно.

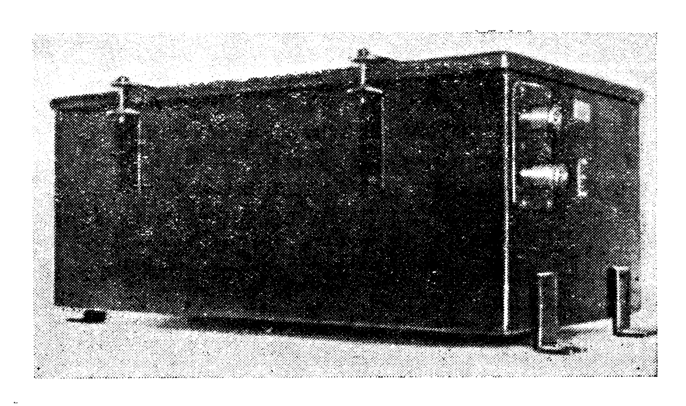
Для предохранения от механических повреждений и ат-



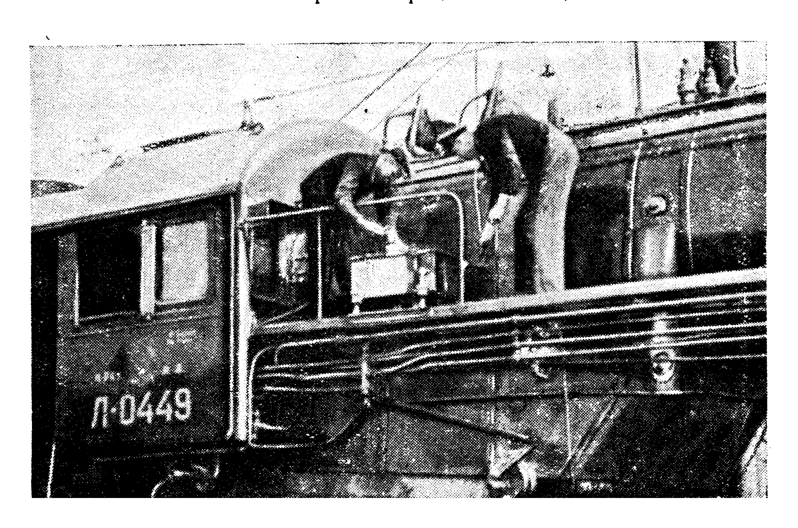
Фиг. 19. Машинист со своего рабочего места говорит по радио с диспетчером.

мосферных воздействий (снег, дождь) приемо-передатчик помещается на амортизаторах в стальном ящике (фиг. 20). Ящик с герметически закрывающейся крышкой рассчитан на наружную установку.

Существует несколько вариантов размещения приемо-передатчика, один из них, а именно с установкой на площадке с правой стороны от котла, показан на фиг. 21.



Фиг. 20. Приемо-передатчик в ящике.



Фиг. 21. Установка радиостанции на мостике паровоза.

Использование радиостанции для связи по проводам. В сооружениях проводной связи наиболее дорогостоящим ее элементом является линия. Поэтому принимаются меры по уплотнению цепей путем наложения на них нескольких разговоров и с использованием нескольких спектров частот.

Переход к частотам выше 150 *кгц* ограничивается помехами со стороны станций радиовещательного диапазона. Однако спектр частот несколько выше 2 *мггц*, на котором работает железнодорожная радиостанция типа ЖР-1, свободен от помех этого рода. Поэтому оказывается выгодным, с одной стороны, использовать эти частоты для уплотнения медных или алюминиевых цепей железнодорожной дальней связи, а с другой стороны, использовать в качестве готовой аппаратуры радиостанцию типа ЖР-1.

Такое использование радиостанции особенно ценно при необходимости в короткие сроки организовать дополнительный канал связи между двумя пунктами, соединенными линией. Это возможно и в том случае, если такая линия уплотнена в спектре многоканальной высокочастотной связи.

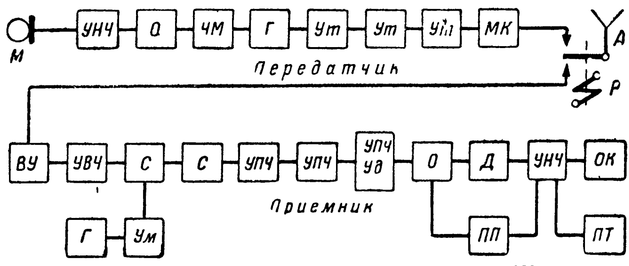
Организация канала связи с помощью радиостанции может быть достигнута двумя путями. Один из них характеризуется занятием лишь одной частоты для передачи в оба направления.. Следовательно, при этом имеет место симплексная связь. Для ее осуществления радиостанция дополняется приставкой, содержащей дифференциальную систему и заградители против самовозбуждения. В этой системе связи поочередное отпирание и запирание цепей передачи и приема (наподобие пластинки на ручке микротелефонной трубки полевых телефонов) производится автоматически под действием голоса говорящего абонента.

Второй способ, использующий две частоты, является дуплексным. Передача в одном направлении происходит на одной частоте, а в обратном направлении на другой. Для того чтобы разделить каналы, вход передатчика и вход приемника обеих радиостанций снабжаются заграждающими фильтрами.

Радиостанция типа ЖР-2. Эта радиостанция разработана для поездной и внутристанционной радиосвязи. Она работает на волнах около 2 *м*. Род работы — телефонный симплекс. Каждая радиостанция имеет четыре канала связи со стабилизацией передатчика и приемника кварцами. Дальность связи 20 *км*, на электрифицированных участках — 15 *км*.

Блок-схема радиостанции приведена фиг. 22. В схему передатчика входят микрофон, микрофонный усилитель низкой частоты, ограничитель амплитуды (срезающий пики напряжения при криках в микрофон), частотный модулятор, задающий генератор и удвоитель частоты, утроители частоты и мощный усилительный каскад.

Таким образом, передатчик имеет пять высокочастотных каскадов. Первый из них является генератором и удвоителем, работающим на лампе 6Ж3П. Далее следуют три каскада утроения частоты. Два из них работают на лампах 6П6С и один на лампе ГУ-32. Общий коэффициент умножения частоты равен $2 \times 3 \times 3 \times 3 = 54$, т. е. частота излучаемых колебаний в 54 раза больше, чем в задающем каскаде. Мощный каскад передатчика работает на лампе ГУ-32.



Фиг. 22. Блок-схема радиостанции типа ЖР-2.

А—антенна; *Р*—реле для гереключения антены.

Передатчик: *М* — микрофон; *УНЧ* — микрофонный усилитель низкой частоты; *О* — ограничитель; *ЧМ*—частотный модулятор, *Г* — задающий генератор и удвоитель, *Ут* — утроитель; *МК*—мощный каскад.

Приемник: *ВУ* — входное устройство; *УВЧ* — усилитель высокой частоты; *С*— смеситель; *Г* — гетеродин; *Ум* — умножитель частоты; *УПЧ* — усилитель промежуточной частоты, *УПЧ-Уд* — усилитель с удвоением промежуточной частоты; *О*—ограничитель, *Д*—дискриминатор; *УНЧ* — усилитель низкой частоты, *ОК* — оконечный каскад; *ПП*—подавитель помех; *ПТ* — приемник тонального вызова.

Частотная модуляция осуществляется с помощью реактивной лампы в первом (задающем) каскаде передатчика.

Антенна, устанавливаемая на паровозе, представляет собой цилиндрический четвертьволновый вибратор с восьмилучевым противовесом. На стационарной радиостанции антенна состоит из двух симметричных вертикальных вибраторов с синфазным питанием, расположенных один под другим. Мощность в антенне 15 *вт*.

Приемник работает на 13 лампах по супергетеродинной схеме с трехкратным преобразованием частоты. Чувствительность приемника 5—8 *мкв*. Ширина полосы пропускания приемника 60 *кгц*. Выходная мощность 3 *вт*.

В схему приемника входят: входное устройство, усилитель высокой частоты, гетеродин, умножитель частоты колебаний гетеродина, смесители, усилители промежуточной частоты, удвоитель промежуточной частоты, ограничитель, частотный детектор, усилитель низкой частоты с оконечным мощным каскадом, подавитель помех и приемник тонального вызова.

Таким образом, кроме каскадов, обычных для супергетеродинной схемы с многократным преобразованием, приемник имеет ограничитель и частотный детектор, а также каскад подавления помех. В отсутствии несущей частоты подавитель помех подает на управляющую сетку лампы усилителя низкой частоты запирающее напряжение. Благодаря этому в отсутствие полезного сигнала помехи не слышны, т. е. устраняются шорохи и трески в громкоговорителе.

Все управление радиостанцией сосредоточено на пульте управления. Антенна переключается на прием и на передачу с помощью реле. Вес стационарной радиостанции 180 *кг*, а паровозной — 150 *кг*. Радиостанцию можно использовать с диспетчерским управлением по проводам на дистанции до 100 *км*.

ДЕФЕКТОСКОПИЯ

Одним из примеров использования радиометодов на железнодорожном транспорте может служить дефектоскопия.

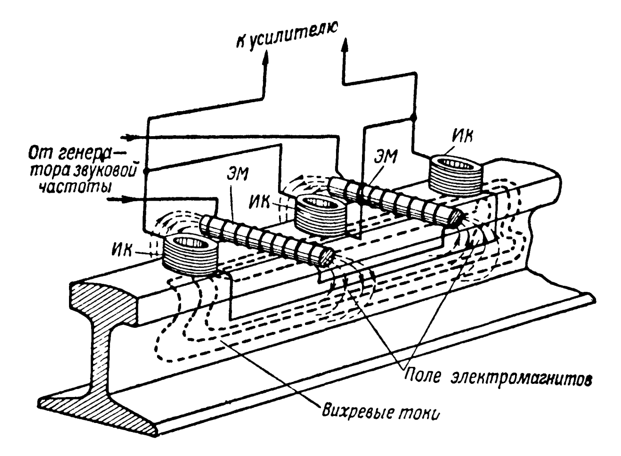
Задачей дефектоскопии в путевом хозяйстве является обнаружение в рельсах дефектов в виде различного рода трещин и изломов вплоть до невидимых глазом микроскопически малых повреждений, выходящих на поверхность головки или шейки рельса. Приборы, служащие для целей дефектоскопии, носят название дефектоскопов.

Идея, положенная в основу работы дефектоскопа, заключается в следующем. Два электромагнита стержневого типа (фиг. 23), обмотки которых питаются от специального генератора переменным током повышенной частоты (например, 500 или 800 *гц*), создают в рельсе переменные магнитные поля, вызывающие появление вихревых токов в поверхностных слоях металла. Переменное магнитное поле, создаваемое этими токами, складывается с основным магнитным полем, причем в доброкачественном рельсе суммарное поле имеет вполне определенную конфигурацию.

Дефект рельса вносит искажения первоначальных путей вихревых токов и, следовательно, искажает вторичное магнитное поле, в результате чего видоизменяется конфигурация суммарного поля. Система катушек, воспринимающая изменения магнитного поля, называемая искательной системой дефектоскопа, расположена в нижней части последнего в непосредственной близости к рельсу и соединена с входом усилителя.

Искательную систему при работе перемещают вдоль рельсов. При симметричном воздействии суммарного поля

на искательную систему э. д. с., возникающие в одной средней катушке и другой паре катушек, взаимно уравновешиваются. Незначительная асимметрия нарушает равновесие, и на управляющей сетке усилительной лампы появляется переменное напряжение. Включенный в анодную цепь оконечного усилительного каскада индикатор при перемещении дефектоскопа над дефектным местом рельса регистрирует изменения магнитного поля, свидетельствующие о наличии дефектов. В этих случаях дефектные рельсы подвергаются



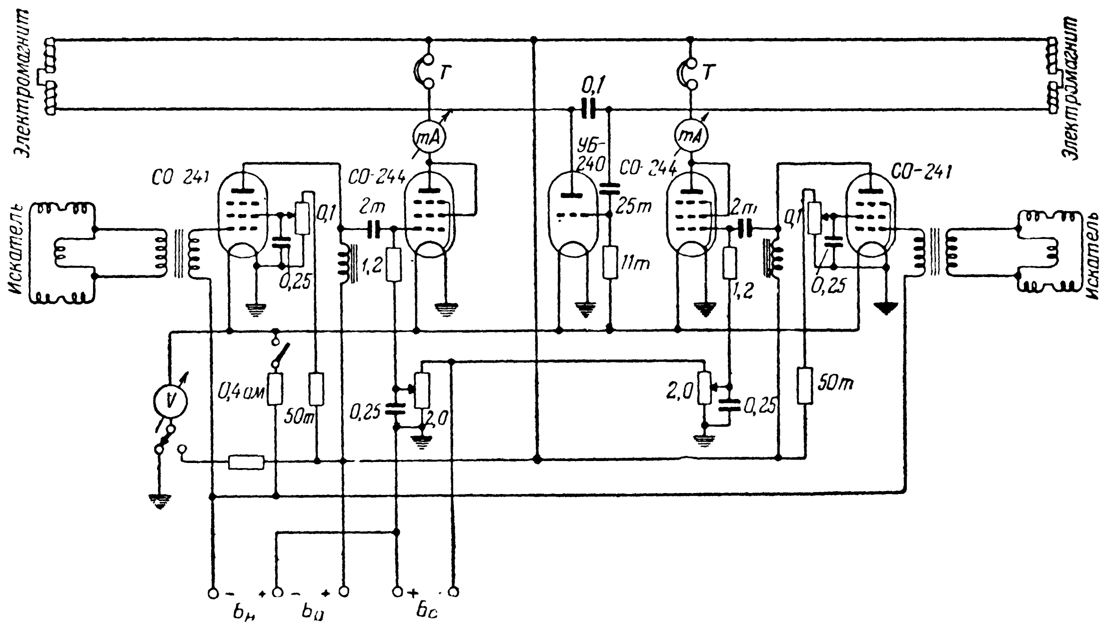
Фиг. 23. Пояснение принципа действия дефектоскопа.

ЭМ — электромагниты; *ИК* — искательные катушки.

тщательному осмотру с целью выявления дефектов и определения пригодности рельса с точки зрения безопасности движения.

Обычно дефектоскопы выполняются в виде возимой по рельсам тележки (существовал вариант дефектоскопа в сочетании с велосипедом, т. е. тележки, приводимой в движение ногами). Возимый дефектоскоп обычно является двухниточным, т. е. производит одновременную проверку обоих рельсов.

Кроме возимых дефектоскопов, предназначенных для обнаружения дефектов в рельсах, уложенных в путь, существуют ручные дефектоскопы (переносные), позволяющие производить проверку рельсов, лежащих в штабелях, отдельных рельсов после сварки и т. п.



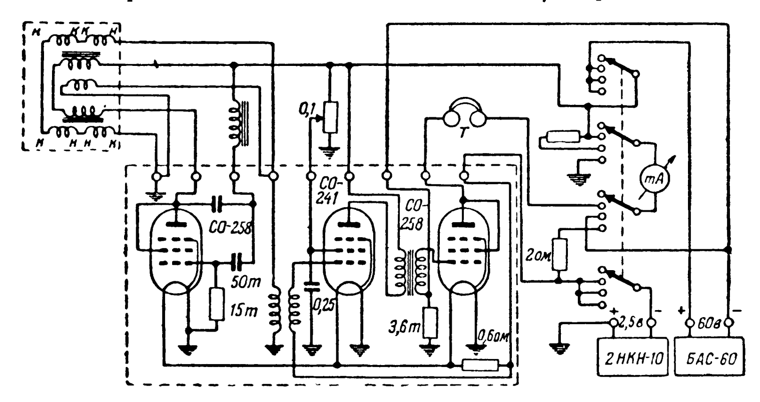
Фиг. 24. Принципиальная схема двухниточного дефектоскопа типа ДС-13.

ДЕФЕКТОСКОП ТИПА ДС-13.

Схема двухниточного дефектоскопа (фиг. 24) состоит из одного генератора на лампе УБ-240 и двух одинаковых усилителей на лампах СО-241 и СО-244.

Незатухающие колебания частотой 500 *гц* от генератора подводятся к катушкам электромагнита. Искательные катушки каждой нитки (рельса) включены на вход двухкаскадного усилителя. Первый каскад (усилитель напряжения) собран по схеме усилителя с дросселем. Нагрузкой второго каскада усилителя служат телефон и миллиамперметр на 2,5 *ма*.

Для питания ламп применяются источники постоянного тока: батарея накала НКН-45 на 2,5 *в*, батарея сеточного



Фиг. 25. Принципиальная схема ручного дефектоскопа типа ОД-2.

смещения БАС-60 или БАСГ-60, анодная батарея из двух БАС-80 или трех БАС-60.

Начальная установка показаний анодных миллиамперметров производится подбором напряжения на экранных сетках ламп и напряжения сеточного смещения, для чего в схеме имеются потенциометры.

ДЕФЕКТОСКОП ТИПА ОД-2

Схема однониточного переносного дефектоскопа (фиг. 25) состоит из генератора на лампе СО-258, включенной триодом, и двухкаскадного усилителя на лампах СО-241 и СО-258.

Генерируемые незатухающие колебания частотой 800 *гц* подводятся к катушкам электромагнитов. Искатель-

ные катушки через трансформатор подключены в цепь управляющей сетки лампы СО-241. Усиленное этой лампой напряжение подводится к управляющей сетке второй усилительной лампы СО-258, включенной триодом. В анодной цепи этой лампы в качестве индикатора включены телефон и миллиамперметр.

Питание ламп производится от батареи НКН-10 на 2,5 *в* и анодной батареи БАС-60. Анодный ток в нормальном режиме не превышает 10 *ма*.

Для начальной установки показаний индикатора напряжение экранной сетки лампы СО-258 подбирается с помощью потенциометра.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Мы рассмотрели основные случаи применения радиотехнических средств на железнодорожном транспорте. Опубликованный здесь материал готовился к печати в 1951—1952 гг.. и сегодня все описанное выше уже претворено в жизнь и проверяется практикой.

Непрерывное движение отечественной науки и техники вперед говорит за то, что в ближайшем будущем применение радиотехники на железнодорожном транспорте будет еще более расширено. Кроме служебной радиосвязи, радиотехнические устройства могут быть использованы для пассажирской связи по телефону из вагона с городскими абонентами. Уехав из дому, можно будет с дороги переговорить о тех или иных делах; подъезжая к месту назначения, будет возможно заказать пропуск в учреждение или номер в гостинице, предупредить о приезде и вызвать такси.

Связь этого рода мыслится в таком виде. Находящийся в вагоне пассажир с поездной радиостанции «выходит» с помощью промежуточной линейной станции на проводную линию связи. Набором номера он обычным путем получает нужного абонента. В обратном направлении вызов и разговор проходят тем же путем.

В будущем на железнодорожном транспорте должно найти применение также телевидение. Представим себе маневрового диспетчера перед пультом. Над пультом расположен большой экран, на котором диспетчер видит все свое хозяйство или по очереди укрупненные его части. Переключая телевизионные устройства, диспетчер может наблюдать за движением на всех участках. Такая система, безусловно, повысить четкость работы.

Можно предположить, что использование методов радиолокации на железнодорожном транспорте также будет возможно и откроет богатые возможности для сигнализации в интересах повышения безопасности движения. Так, установленный на паровозе радиолокационный передатчик с помощью направленной антенны посылает высокочастотные импульсы. На путях световые сигналы дублируются системой диполей, включение которых связывается с цветом светового сигнала. Отраженные от этих диполей импульсы возвращаются в приемник паровозной станции и вызывают включение на пульте машиниста сигнала соответствующего цвета; таким образом, напольные (путевые) сигналы могут быть дублированы сигналами непосредственно в кабине машиниста. Благодаря этому в условиях плохой видимости, например в непогоду, машинист будет в состоянии проверить показание светофора по сигналу на пульте. Нетрудно представить, что при автоматизации появление желтого сигнала будет вызывать ограничение скорости, а красного — автоматическое торможение.

Нет сомнения в том, что наша передовая наука в ближайшем будущем найдет пути для разрешения задач, которые сегодня нам представляются как прекрасные перспективы нашего «завтра».

ЛИТЕРАТУРА

Е. В. Китаев и А. Я. Кормилицын, Устройства связи на железнодорожном транспорте, Трансжелдориздат, 1950.

Н. А. Барковский и А. М. Коммодов, Внутристанционная радиосвязь, Трансжелдориздат, 1951.

Н. М. Медведев и А. Н. Колокольников, Поездная радиосвязь, Трансжелдориздат, 1952.

Б. Б. Дворковский, Эксплуатация поездных радиопунктов, Трансжелдориздат, 1951.

В. С. Нелепец и Л. П. Цуккерман, Обслуживание железнодорожных радиоустройств, Трансжелдориздат, 1953.

Технический справочник железнодорожника, т. 8, Сигнализация, централизация, блокировка, связь, Трансжелдориздат, 1952.

Б. З. Слуцкин, Перспективы использования радиосвязи на железнодорожном транспорте, „Техника железных дорог“, № 1, 1947.

В. С. Нелепец, Индуктивная радиосвязь, „Радио“, 1951, № 1.

Н. А. Меттас, Радио на железнодорожном транспорте, „Радио“, 1951, № 8.

СОДЕРЖАНИЕ

Цена 1 р.